

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Digital Signal Processing**

Pada masa sekarang ini, pengolahan sinyal secara digital yang merupakan alternatif dalam pengolahan sinyal analog telah diterapkan begitu luas. Dari peralatan instrumentasi dan kontrol, peralatan musik, peralatan kesehatan dan peralatan lainnya. Istilah pengolahan sinyal digital sebenarnya kurang begitu tepat, yang lebih tepat adalah pengolahan sinyal diskrit.

Prinsip kerja Digital Signal Processing (DSP) adalah mengubah sinyal analog menjadi sinyal diskrit oleh ADC (Analog to Digital Converter) sebelum diolah dalam DSP itu sendiri. Kemudian keluaran DSP dikonversikan lagi dalam bentuk analog oleh DAC (Digital to Analog Converter). (Harijono, 2001)



Gambar 2.1 Perangkat UniTrain-I dan MCLS-modular yang digunakan dalam Digital Signal Processing (Lucas-Nulle, 2012)

Dalam fisika, sinyal didefinisikan sebagai pembawa informasi, dimana sinyal biasanya dalam bentuk gelombang yang bervariasi dari tegangan analog. “Signal Processing” istilah meliputi langkah-langkah semua proses, yang tujuannya adalah untuk mengekstrak semua informasi dari sinyal yang diterima atau diukur untuk mempersiapkan sinyal untuk transmisi dari satu sumber informasi untuk akseptor informasi. Jadi beberapa tujuan penting dari pemrosesan sinyal adalah ekstraksi informasi, pengurangan data dan penyusunan sinyal. (Elektronika Dasar, 2012)

### **2.1.1 Kelebihan Penggunaan Digital Signal Processing**

- a. Suatu sistem digital terprogram memiliki fleksibilitas dalam merancang ulang operasi-operasi pengolahan sinyal digital hanya dengan melakukan perubahan pada program yang bersangkutan, sedangkan proses merancang ulang pada sistem analog biasanya melibatkan rancang ulang perangkat keras, uji coba dan verifikasi agar dapat bekerja seperti yang diharapkan.
- b. Masalah ketelitian atau akurasi juga memainkan peranan yang penting dalam menentukan bentuk dari pengolahan sinyal. Pengolahan sinyal digital menawarkan pengendalian akurasi yang lebih baik. Faktor toleransi yang terdapat pada komponen-komponen rangkaian analog menimbulkan kesulitan bagi perancang dalam melakukan pengendalian akurasi pada sistem pengolahan sinyal analog. Di lain pihak, sistem digital menawarkan pengendalian akurasi yang lebih baik.
- c. Kelebihan-kelebihan pemrosesan sinyal digital yang telah disebutkan sebelumnya menyebabkan pemrosesan sinyal digital lebih banyak digunakan dalam berbagai aplikasi. Misalnya, aplikasi pengolahan suara pada kanal telepon, pemrosesan citra serta transmisinya, dalam bidang seismologi dan geofisika, eksplorasi minyak, deteksi ledakan nuklir, pemrosesan sinyal yang diterima dari luar angkasa, dan lain sebagainya.

### **2.1.2 Kekurangan Penggunaan Digital Signal Processing**

- a. Bertambahnya sistem yang kompleks dalam pengolahan digital untuk sinyal analog karena diperlukan alat sebelum dan sesudah pengolahan seperti konverter A/D dan D/A, beserta penapis dan rangkaian digital lainnya.
- b. Terbatasnya jangkauan frekuensi yang dapat diproses: pada umumnya sinyal analog kontinyu harus disampel pada frekuensi paling sedikit dua kali komponen frekuensi terbesarnya yang ada pada sinyal tersebut, apabila kondisi ini tidak dipenuhi maka komponen sinyal dengan frekuensi di atas setengah dari frekuensi sampling muncul sebagai komponen sinyal di bawah frekuensi sebenarnya.
- c. Kerugian ketiga berawal dari kenyataan bahwa sistem digital disusun dengan menggunakan alat aktif yang mengkonsumsi power listrik, sedangkan algoritma pengolahan analog diimplementasikan dengan rangkaian pasif. Dalam hal ini alat aktif kurang dapat dipercaya daripada alat pasif untuk mengolah sinyal karena dapat mempengaruhi sinyal yang diolahnya.

## **2.2 Filter Digital**

Filter digital merupakan suatu filter elektronik yang bekerja dengan menerapkan operasi matematika digital atau algoritma pada suatu pemrosesan sinyal. Salah satu batasan utama pada filter digital adalah dalam hal keterbatasan kecepatan pemrosesan atau waktu komputasi yang sangat tergantung dengan kemampuan mikrokontroler atau komputer yang digunakan. (Elektronika Dasar, 2012)

Ada beberapa macam klasifikasi filter yaitu :

1. Berdasarkan sinyal yang difilter yaitu, Filter Analog dan Filter Digital
2. Berdasarkan respons frekuensi yaitu, LPF (low pass filter), HPF (high pass filter), BPF(band pass filter), BSF( band stop filter)

3. Berdasarkan bentuk respon frekuensi yaitu, Hamming, Kaiser, Firls, Blackman dan Fir2
4. Berdasarkan respon implusnya yaitu, FIR (funite impulse response)

### **2.2.1 Karakteristik Filter Digital**

Filter digital dicirikan oleh fungsi transfer, atau dengan kata lain, dengan perbedaan persamaan. Analisis matematis dari fungsi transfer dapat menggambarkan bagaimana ia akan menanggapi segala masukan. Dengan demikian, merancang penyaring terdiri dari spesifikasi berkembang sesuai dengan masalah (misalnya, kedua-filter dengan lowpass urutan tertentu frekuensi cut-off), dan kemudian menghasilkan fungsi transfer yang memenuhi spesifikasi. (Elektronika Dasar, 2012)

### **2.2.2 Perbedaan Filter Analog dan Filter Digital**

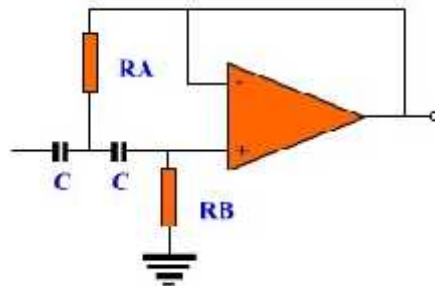
#### **a. Filter Analog**

1. Analog filter terdiri dari komponen elektronik yang tidak sempurna, nilai-nilai yang ditetapkan untuk batas toleransi (misalnya nilai-nilai resistor sering memiliki toleransi terhadap  $+ / - 5\%$ ) dan yang mungkin juga berubah dengan temperatur dan drift dengan waktu.
2. Analog filter tidak memiliki kemampuan dalam desain filter, karena filter respon impulse yang terbatas memerlukan unsur penundaan.
3. Analog Filter mempunyai bandwidth yang lebih daripada digital filter.

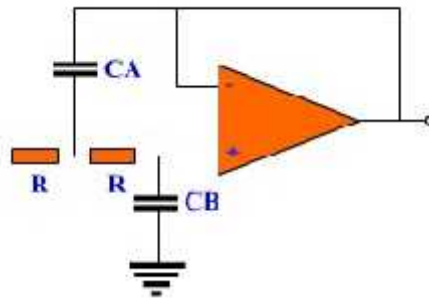
#### **b. Filter Digital**

1. Dalam filter digital, nilai-nilai koefisien disimpan dalam memori komputer, membuat mereka jauh lebih stabil dan dapat diprediksi.
2. Filter digital dapat digunakan dalam desain filter respon impulse yang terbatas.
3. Filter Digital juga cenderung lebih terbatas dalam bandwidth dari analog filter.

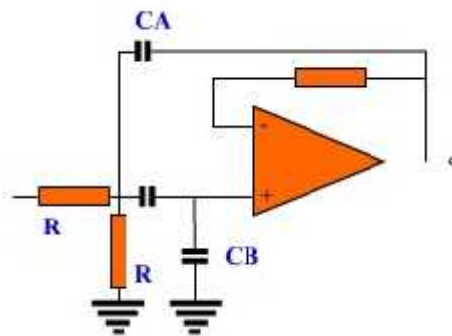
### 2.2.3 Contoh Gambar Rangkaian Pada Filter Digital



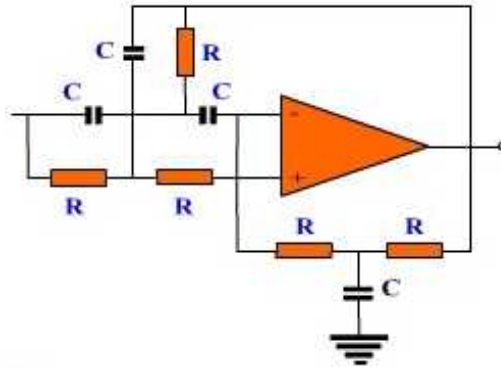
Gambar 2.2 Rangkaian Filter Digital Pada High Pass Filter  
(Dhany Bahariawan, 2010)



Gambar 2.3 Rangkaian Filter Digital Pada Low Pass Filter  
(Dhany Bahariawan, 2010)



Gambar 2.4 Rangkaian Filter Digital Pada Band Pass Filter  
(Dhany Bahariawan, 2010)

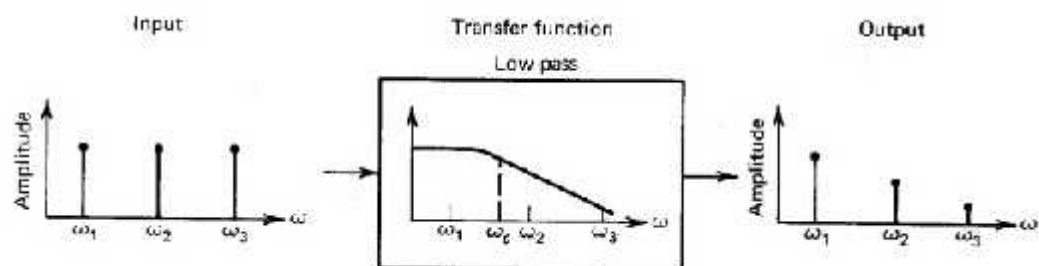


Gambar 2.5 Rangkaian Filter Digital Pada Band Stop Filter  
(Dhany Bahariawan, 2010)

## 2.3 Jenis-Jenis Filter

### 2.3.1. Low Pass Filter

Sebuah rangkaian yang tegangan keluarannya tetap dari dc naik sampai ke suatu frekuensi cut-off  $f_c$ . Bersama naiknya frekuensi di atas  $f_c$ , tegangan keluarannya diperlemah (turun). Low Pass Filter adalah jenis filter yang melewatkan frekuensi rendah serta meredam/menahan frekuensi tinggi. Bentuk respon LPF seperti ditunjukkan gambar di bawah ini.



Gambar 2.6 Gelombang Respon Low Pass Filter  
(Elektronika Dasar, 2012)

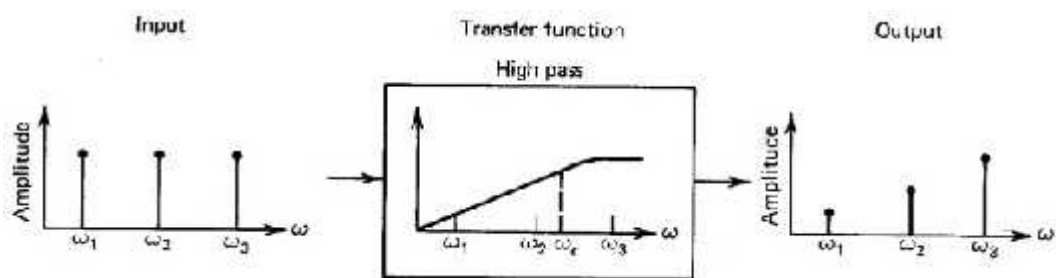
Pita yang lewat merupakan jangkauan frekuensi yang dipancarkan, sedangkan pita yang berhenti merupakan jangkauan frekuensi yang diperlemah. Untuk frekuensi cut off ( $f_c$ ) disebut frekuensi 0.707, frekuensi pojok, atau frekuensi putus. (Elektronika Dasar, 2012)

Pada low pass filter terdapat beberapa karakteristik mendasar sebagai berikut :

1. Pada saat frekuensi sinyal input lebih rendah dari frekuensi cut-off ( $f_c$ ) ( $f_{in} \ll f_c$ ) maka penguatan tegangan / Gain ( $G$ ) = 1 atau  $G = 0\text{dB}$ .
2. Pada saat frekuensi sinyal input sama dengan frekuensi cut-off ( $f_c$ ) ( $f_{in} = f_c$ ) maka  $G = 1/\sqrt{2}$  sehingga penguatan tegangan / Gain ( $G$ ) menjadi  $-3\text{dB}$  atau terjadi pelemahan tegangan sebesar  $3\text{dB}$ .
3. Pada saat frekuensi sinyal input lebih tinggi dari frekuensi cut-off ( $f_c$ ) ( $f_{in} \gg f_c$ ) maka besarnya penguatan tegangan ( $G$ ) =  $1/\sqrt{RC}$  atau  $G = -20 \log \sqrt{RC}$
4. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa Low Pass Filter hanya meloloskan sinyal dengan frekuensi yang lebih rendah dari frekuensi cut off ( $f_c$ ) saja.

### 2.3.2 High Pass Filter

Pengertian dari High Pass Filter yaitu jenis filter yang melewatkan frekuensi tinggi serta meredam/menahan frekuensi rendah. Bentuk respon HPF seperti ditunjukkan gambar di bawah ini.



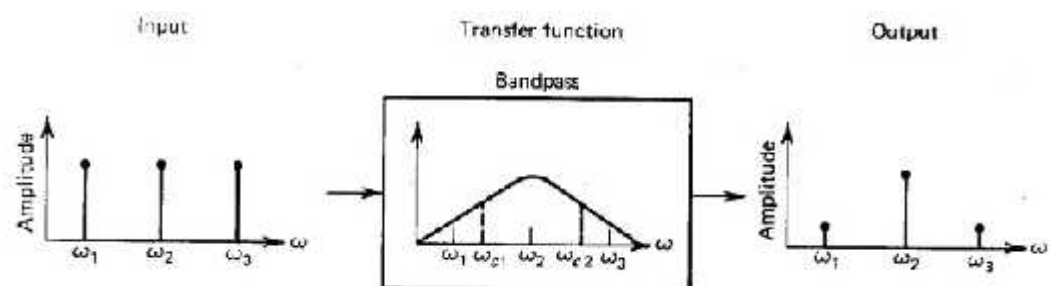
Gambar 2.7 Gelombang Respon High Pass Filter  
(Elektronika Dasar, 2012)

Filter High Pass memperlemah tegangan keluaran untuk semua frekuensi di bawah frekuensi cutoff  $f_c$ . Di atas  $f_c$ , besarnya tegangan keluaran tetap. Garis penuh adalah kurva idealnya, sedangkan kurva putus-putus menunjukkan bagaimana filter-filter high pass yang praktis menyimpang dari yang ideal.

Prinsip kerja dari high pass filter adalah dengan memanfaatkan karakteristik dasar komponen C dan R, dimana C akan mudah melewatkan sinyal AC sesuai dengan nilai reaktansi kapasitifnya dan komponen R yang lebih mudah melewatkan sinyal dengan frekuensi yang rendah. Prinsip kerja rangkaian High Pass Filter (HPF) dengan RC dapat diuraikan sebagai berikut, apabila rangkaian filter high pass ini diberikan sinyal input dengan frekuensi diatas frekuensi cut-off (  $\omega_c$  ) maka sinyal tersebut akan di lewatkan ke output rangkaian melalui komponen C. Kemudian pada saat sinyal input yang diberikan ke rangkaian filter lolos atas atau high pass filter memiliki frekuensi di bawah frekuensi cut-off (  $\omega_c$  ) maka sinyal input tersebut akan dilemahkan dengan cara dibuang ke ground melalui frekuensi resonansi dari filter high-pass mengikuti nilai time constant (  $\tau$  ) dari rangkaian RC tersebut. (Elektronika Dasar, 2012)

### 2.3.3 Band Pass Filter

Band Pass Filter hanya melewatkan sebuah pita frekuensi saja dimana memperlemah semua frekuensi di luar pita itu. Filter ini disusun dari dua buah filter low-pass dan filter high-pass yang disusun secara seri. Filter ini juga berfungsi untuk meredam frekuensi diantara frekuensi cut off bawah dan frekuensi cut off atas dan meloloskan semua frekuensi lainnya. Selisih antara frekuensi cut off atas dan bawah disebut dengan bandwidth. Pada bidang telekomunikasi, band pass filter yang digunakan pada range frekuensi audio untuk modem dan pemrosesan suara adalah 0 – 20 kHz.



Gambar 2.8 Gelombang Respon Band Pass Filter

(Elektronika Dasar, 2012)

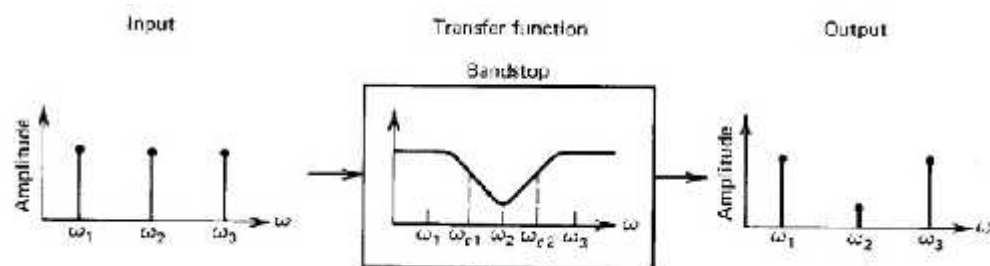


Filter band-pass adalah sebuah rangkaian yang dirancang hanya untuk melewatkan isyarat dalam suatu pita frekuensi tertentu dan untuk menahan isyarat diluar jalur pita frekuensi tersebut. Jenis filter ini memiliki tegangan keluaran maksimum pada satu frekuensi tertentu yang disebut dengan frekuensi resonansi ( $\omega_r$ ). Jika frekuensinya berubah dari frekuensi resonansi maka tegangan keluarannya turun, ada satu frekuensi diatas frekuensi resonansi ( $\omega_r$ ) dan satu dibawah ( $\omega_r$ ) dimana gainnya tetap  $0,707 A_r$ . Frekuensi ini diberi tanda ( $\omega_h$ ) frekuensi cutoff atas dan ( $\omega_l$ ) frekuensi cutoff bawah. Pita frekuensi antara ( $\omega_h$ ) dan ( $\omega_l$ ) adalah bandwidth (B).

Filter band-pass dapat digolongkan sebagai pita sempit atau pita lebar. Filter pita sempit adalah sebuah filter yang mempunyai band width lebih kecil dari sepersepuluh frekuensi resonansinya ( $B < 0,1 \omega_r$ ). Jika bandwidthnya lebih besar sepersepuluh dari frekuensi resonansi maka ( $B > 0,1 \omega_r$ ), filter tersebut merupakan sebuah filter pita lebar. Perbandingan antara frekuensi resonansi dan lebar pita dikenal sebagai faktor kualitas (Q) dari rangkaiannya. Q menunjukkan selektifitas dari rangkaian, makin tinggi nilai Q makin selektif rangkaian filter tersebut. (Elektronika Dasar, 2012)

### 2.3.4 Band Stop Filter

Filter Tolak Rentang (Band Stop Filter) berfungsi untuk melemahkan tegangan output pada frekuensi resonansi rangkaian. Filter band stop ini sering juga disebut sebagai Band reject Filter atau Notch Filter.



Gambar 2.9 Gelombang Respon Band Stop Filter

(Elektronika Dasar, 2012)

Band Stop Filter dan sering juga disebut dengan notch filter atau filter tolak jalur memiliki pengertian yang sama sebagai filter yang memiliki karakteristik akan menahan sinyal dengan frekuensi sesuai frekuensi cut-off rangkaian dan akan melewatkan sinyal dengan frekuensi di luar frekuensi cut-off rangkaian filter tersebut baik dibawah atau diatas frekuensi cut-off rangkaian filter.

Band Stop Filter dibagi dalam 2 kategori yaitu Band Stop Filter bidang lebar dan Band Stop Filter bidang sempit. Band Stop Filter Bidang Lebar adalah terdiri dari rangkaian High Pass Filter dan Low Pass Filter yang dimasukkan ke rangkaian penjumlah. Sedang Band Stop Filter bidang sempit adalah terkenal dengan rangkaian Notch Filter yaitu menolak frekuensi tertentu. Band stop filter merupakan kebalikan dari band pass filter. Seperti pada band pass filter, band stop filter juga disusun dari dua buah filter low-pass dan filter high-pass yang disusun secara paralel. (Elektronika Dasar, 2012)